

## Performa Ayam dan Kualitas Telur yang Menggunakan Ransum Mengandung Onggok Fermentasi dengan *Neurospora crassa*

### Performances and Egg Quality of Layer Fed Tapioca By-Products Fermented with *Neurospora crassa*

Nuraini \*, Sabrina & S. A. Latif

Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Andalas

Kampus Unand Limau Manis Padang 25163

(Diterima 24-07-2008; disetujui 10-11-2008)

#### ABSTRACT

An experiment was conducted to determine the effect of feeding tapioca by-products fermented by *Neurospora crassa* on layer performances and egg quality. Two hundred layers were randomly allocated into 20 pens. This experiment was arranged in a completely randomized design with four dietary treatments: 0%, 10%, 20% and 30% tapioca by product fermented by *N. crassa* in the diets and five replications. Variable measured were feed consumption, egg production, feed conversion, egg cholesterol and egg yolk colour. Results of the experiment indicated that feed consumption, egg production, feed conversion, egg cholesterol and egg yolk colour were affected ( $P < 0.05$ ) by using fermented tapioca by-product in the diets of layers. Results of Duncan multiple range test indicated that feed consumption, egg production, and egg yolk colour in D treatment (used 30% tapioca by-products fermented) were the highest compared to those other treatments, but the lowest on feed conversion and egg cholesterol. The conclusion of the experiment that tapioca by-products fermented by *N. crassa* can be used up to 30% in the diet of layer.

*Key words: tapioca by product fermented, Neurospora crassa, layer performances, egg*

#### PENDAHULUAN

Jagung mempunyai multi fungsi yaitu sebagai sumber bioenergi (fuel), makanan manusia (food) dan sebagai pakan ternak (feed). Kondisi sekarang mengindikasikan bahwa stok jagung sudah berada dalam kondisi memprihatinkan dan jagung sebagai pakan

ternak tentu akan menjadi korban. Oleh karena itu perlu upaya mencari pengganti sebagian atau seluruhnya fungsi jagung sebagai pakan ternak. Upaya itu dapat dilakukan salah satunya dengan memanfaatkan limbah agroindustri yang tidak bersaing, murah dan tersedia secara lokal seperti onggok.

Onggok merupakan limbah padat agro-industri pada pembuatan tepung tapioka yang dapat dijadikan sebagai media fermentasi dan sekaligus sebagai pakan ternak. Onggok dapat dijadikan sebagai sumber karbon dalam suatu media fermentasi karena masih

\* Korespondensi:

Kampus Unand Limau Manis Padang, Telp. (0751) 71464, email: naninuraini63@yahoo.co.id

banyak mengandung pati (75,19%) yang tidak terekstrak, tetapi kandungan protein kasarnya rendah yaitu 1,04 % berdasarkan bahan kering, sehingga diperlukan tambahan bahan lain sebagai sumber nitrogen seperti ampas tahu, yang sangat diperlukan untuk pertumbuhan kapang (Nuraini *et al.*, 2007). Penggunaan onggok tanpa diolah sebagai pakan ternak terbatas penggunaannya yaitu hanya 6% dalam ransum broiler, karena kandungan protein kasar onggok yang rendah dan untuk meningkatkan penggunaannya dalam ransum perlu ada penambahan bahan pakan sumber nitrogen lain.

Ampas tahu merupakan limbah padat pada industri pembuatan tahu yang keberadaannya di tanah air cukup banyak, murah dan mudah didapat. Ampas tahu dapat dijadikan sebagai sumber nitrogen pada fermentasi media padat dari *Ganoderma lucidum* (Hsieh & Yang, 2003). Limbah ini dapat dijadikan sebagai bahan pakan sumber protein karena mengandung protein kasar cukup tinggi yaitu 28,36% dan kandungan nutrisi lainnya adalah lemak 5,52%, serat kasar 7,06% dan BETN 45,44% (Nuraini *et al.*, 2007), selain itu juga mengandung asam amino lisina dan metionina serta vitamin B (Hsieh & Yang, 2003).

Pencampuran onggok dengan ampas tahu dapat menutupi kekurangan nitrogen pada onggok, sehingga dapat dijadikan sebagai media fermentasi untuk pertumbuhan kapang *Neurospora crassa*. Kapang *N. crassa* yang berwarna kuning oranye merupakan kapang penghasil  $\beta$  karoten tertinggi dibandingkan dengan kapang karotenogenik lainnya yang telah diisolasi dari tongkol jagung (Nuraini, 2006). Kapang *N. crassa* membutuhkan substrat sebagai nutrisi terutama sumber karbon dan nitrogen. Media fermentasi dengan kandungan nutrisi yang seimbang diperlukan untuk menunjang kapang lebih maksimal dalam memproduksi  $\beta$  karoten sehingga dihasilkan suatu produk fermentasi yang kaya  $\beta$  karoten. Campuran 60% onggok dan 40% ampas tahu yang difermentasi dengan 9% inokulum *N. crassa* dan diinkubasi selama 6 hari merupakan komposisi substrat terpilih

ditinjau dari segi peningkatan kandungan  $\beta$  karoten dan protein kasar serta penurunan kandungan serat kasar. Kandungan nutrisi yang diperoleh adalah  $\beta$  karoten 295,16  $\mu\text{g/g}$ , protein kasar 20,44%, serat kasar 11,96%, kalsium 0,45%, fosfor 0,21%, energi metabolis 2677,63 kkal/kg, retensi nitrogen 67,05% dan pencernaan serat kasar 35,44% (Nuraini, 2006).

Penggunaan produk pakan fermentasi yang kaya  $\beta$  karoten dalam ransum unggas selain dapat menggantikan penggunaan jagung juga dapat menghasilkan telur yang rendah kolesterol (Nuraini, 2006). Hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian makanan yang kaya  $\beta$  karoten dapat menurunkan kadar kolesterol darah pada manusia dan tikus serta kadar kolesterol telur ayam. Kemampuan  $\beta$  karoten dalam menurunkan kolesterol darah telah dibuktikan oleh Cedar *et al.* (2000), pasien yang diberi wortel segar 200 g/hari selama 4 minggu dapat menurunkan kolesterol darah sebanyak 35% dan mengurangi penyakit stroke sebanyak 40%. Hal yang sama dilaporkan Nurdin (1994) bahwa dengan pemberian pakan yang mengandung  $\beta$  karoten sebanyak 90 mg/kg berat badan dalam makanan yang mengandung lemak tinggi dapat menurunkan kadar kolesterol LDL dalam darah tikus sebanyak 40%. Hasil penelitian Nuraini (2006) menunjukkan bahwa pemberian produk fermentasi kaya  $\beta$  karoten yang diperoleh dari campuran ampas sagu dan ampas tahu yang difermentasi dengan *N. crassa* dapat mengurangi penggunaan jagung 50% dan dapat menurunkan kolesterol telur ayam sebanyak 35%.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan taraf penggunaan produk campuran onggok dan ampas tahu yang difermentasi dengan *N. crassa* dalam ransum dan menguji pengaruhnya terhadap performa ayam petelur dan kualitas telur ayam

## MATERI DAN METODE

### Ransum Penelitian

Penelitian dilakukan selama dua bulan menggunakan ayam ras petelur strain Isa

Brown yang berumur 24 minggu sebanyak 200 ekor. Setiap unit perlakuan masing-masing berisi 10 ekor ayam. Ransum disusun sendiri dari bahan-bahan seperti jagung, konsentrat, campuran onggok dengan ampas tahu yang difermentasi dengan kapang *N. crassa* (OATF) dan tepung  $\text{CaCO}_3$ . Konsentrat yang digunakan adalah konsentrat 126 produksi PT Charoen Phokpand Indonesia dengan kandungan protein kasar 30,28%, lemak 4,10%, serat kasar 6,03%, kalsium 12,22%, fosfor 1,00%, metionina 1,05%, lisina 1,26% dan energi metabolis 2910 kkal/kg.

Pembuatan produk OATF adalah onggok sebanyak 60% dicampur dengan 40% ampas tahu kemudian ditambahkan aquades (kadar air 70%), diaduk secara merata, baru dikukus selama 30 menit setelah air mendidih untuk mensterilkan bahan, setelah itu dibiarkan

sampai tercapai suhu kamar. Substrat kemudian diinokulasi dengan 9% inokulum kapang *N. crassa*, diaduk secara merata dan diinkubasi selama 7 hari. Setelah itu produk fermentasi dipanen, dikeringkan dengan menggunakan sinar matahari dan digiling.

Onggok diperoleh dari pabrik pembuatan tepung tapioka dan ampas tahu berasal dari pabrik tahu di daerah Padang, dikumpulkan dalam keadaan segar, kemudian dikeringkan. Kandungan nutrisi dari onggok dan ampas tahu berdasarkan berat kering udara adalah 0,86% protein kasar, 12,45% serat kasar, 2,40% lemak dan 62,10% BETN. Kandungan nutrisi ampas tahu adalah 24,76% protein kasar, 4,23% serat kasar, 3,90% lemak, 38,76% BETN.

Ransum disusun isoprotein (16%) dan isokalori (2700 kkal/kg) berdasarkan Leeson & Summers (2001). Pemberian ransum dilakukan

Tabel 1. Komposisi dan kandungan nutrisi ransum perlakuan

	Ransum perlakuan			
	RA	RB	RC	RD
<b>Bahan pakan</b>				
Jagung giling (%)	36,00	30,00	24,00	18,00
Konsentrat (%)	32,00	28,50	24,00	20,00
OATF (%)	0,00	10,00	20,00	30,00
Dedak halus (%)	32,00	31,50	30,00	28,00
$\text{CaCO}_3$ (%)	0,00	1,00	2,00	3,00
Total (%)	100,00	100,00	100,00	100,00
<b>Nutrien <sup>a</sup></b>				
Protein kasar (%)	16,15	16,22	16,43	16,44
Lemak (%)	3,96	3,74	3,52	3,29
Serat kasar (%)	7,79	7,85	7,86	7,95
Kalsium (%)	4,03	4,04	4,11	4,07
Fosfor tersedia (%) <sup>b</sup>	0,63	0,60	0,57	0,54
Energi metabolis (kkal/kg) <sup>b</sup>	2712,00	2705,00	2703,00	2702,00
Metionina (%) <sup>b</sup>	0,45	0,45	0,46	0,47
Lisina (%) <sup>b</sup>	1,20	1,21	1,21	1,22
$\beta$ -karoten (mg/kg) <sup>b</sup>	29,60	46,50	63,30	80,20

Sumber: <sup>a</sup> Hasil analisis laboratorium Teknologi & Industri Pakan, Fakultas Peternakan, Universitas Andalas Padang (2007); <sup>b</sup> berdasarkan perhitungan; RA=ransum menggunakan 0% produk campuran onggok dan ampas tahu fermentasi (OATF), RB=ransum menggunakan 10% OATF, RC= ransum menggunakan 20% OATF, RD=ransum menggunakan 30% OATF.

3 kali sehari yaitu jam 8.00, 12.00 dan sore 16.00 WIB sedangkan air minum diberikan *ad libitum*. Komposisi dan kandungan nutrisi ransum perlakuan tercantum di Tabel 1.

### Rancangan Percobaan dan Analisis Data

Percobaan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 taraf perlakuan dan 5 kali ulangan. Perlakuan adalah ransum yang menggunakan produk campuran onggok dan ampas tahu fermentasi (OATF) yaitu ransum A (0% OATF), B (10% OATF), C (20% OATF), dan D (30% OATF). Data dianalisa menggunakan analisis keragaman pola RAL dan perbedaan antar perlakuan diuji dengan *Duncan multiple range test* (DMRT) menurut Steel & Torrie (1980).

### Pengamatan Peubah

Peubah yang diamati adalah: 1) konsumsi ransum (g/ekor) diukur dengan cara mengukur jumlah ransum yang diberikan dengan sisa ransum. Konsumsi ransum diukur satu kali seminggu. 2) Produksi telur harian/*hen day* (%), dihitung berdasarkan jumlah telur yang diproduksi pada waktu tertentu dibagi dengan jumlah ayam yang ada pada waktu tersebut, 3) bobot telur rata-rata (g/butir) diperoleh dengan membagi bobot telur total kemudian dibagi dengan jumlah telur selama penelitian, 4) produksi massa telur (g/ekor/hari) diperoleh dengan mengalikan % *hen day* selama satu bulan dengan bobot rata-rata sebutir telur yang dihasilkan dalam bulan tersebut, 5) konversi ransum dihitung dengan cara membagi konsumsi ransum (g/ekor/hari) dengan produksi massa telur (g/ekor/hari).

Pengamatan keenam adalah kualitas telur yang meliputi: a) kolesterol telur (mg/100g), diperoleh dengan cara membuat ekstraksi sampel dari setiap kuning telur. Sebanyak 1 ml reagen kit kolesterol ditambahkan dengan 10 µl larutan ekstrak sampel kuning telur, dipanaskan (37°C, 5 menit) kemudian diukur absorbansi sampel menggunakan spektrofotometer merk Clinicon Autolizer pada panjang gelombang

546 nm. Larutan standar dibuat dengan melarutkan 1 ml reagen kit dengan 10 µl larutan standar, sedangkan untuk blanko hanya berisi 1 ml reagen kit. b) Warna kuning telur diukur dengan menggunakan *Roche Egg Yolk Colour Fan*. Telur dipecah kemudian dibandingkan warna kuning telur dengan warna kuning pada kipas Roche.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Konsumsi Ransum

Pemberian 30% OATF dalam ransum memberikan konsumsi ransum lebih tinggi dibandingkan ransum kontrol atau tanpa menggunakan produk fermentasi (Tabel 2). Hal ini berarti produk onggok dan ampas tahu fermentasi disukai ayam petelur (palatable) sampai level 30% dalam ransum, walaupun semakin berkurang penggunaan jagung dan konsentrat dalam ransum tersebut. Kemampuan produk OATF sebagai pakan alternatif yang dapat mengimbangi pengurangan penggunaan jagung dan konsentrat dalam ransum, disebabkan produk fermentasi mempunyai flavour yang lebih disukai dan memiliki beberapa vitamin ( $B_1$ ,  $B_2$  dan  $B_{12}$ ) sehingga lebih palatable (disukai) bila dibandingkan bahan asalnya. Selain itu pada fermentasi terjadi proses-proses pemecahan oleh enzim-enzim tertentu terhadap nutrisi yang sulit dicerna, sehingga daya cerna bahan yang telah difermentasi meningkat dibandingkan bahan asal (Murugesan *et al.*, 2005).

### Produksi *Hen Day*

Pemberian OATF sampai level 30% dalam ransum memperlihatkan produksi *hen day* yang lebih tinggi dibandingkan ransum kontrol. Hal ini disebabkan konsumsi ransum yang tinggi sehingga konsumsi protein yang diperlukan untuk produksi telur menjadi meningkat. Konsumsi protein pada perlakuan 30% OATF adalah 18,91 g/ekor/hari, sedangkan pada perlakuan 0% OATF diperoleh konsumsi protein sebesar 18,09 g/ekor/hari.

Tabel 2. Performa ayam dan kualitas telur yang menggunakan ransum mengandung onggok fermentasi dengan *N. crassa*

Performa	Ransum perlakuan				SE
	RA	RB	RC	RD	
Konsumsi ransum (g/ekor/hari)	112,01 <sup>B</sup>	112,50 <sup>B</sup>	114,02 <sup>A</sup>	114,79 <sup>A</sup>	1,01
Produksi <i>hen day</i> (%)	65,51 <sup>D</sup>	67,94 <sup>C</sup>	69,12 <sup>B</sup>	71,40 <sup>A</sup>	1,04
Bobot telur (g/butir)	61,21 <sup>B</sup>	63,07 <sup>B</sup>	67,22 <sup>A</sup>	67,78 <sup>A</sup>	1,07
Massa telur (g/ekor/hari)	39,61 <sup>D</sup>	40,86 <sup>C</sup>	43,73 <sup>B</sup>	48,40 <sup>A</sup>	1,23
Konversi ransum	2,85 <sup>D</sup>	2,76 <sup>C</sup>	2,62 <sup>B</sup>	2,55 <sup>A</sup>	1,14
Warna kuning telur	8,40 <sup>D</sup>	9,00 <sup>C</sup>	10,00 <sup>B</sup>	10,60 <sup>A</sup>	0,23
Kolesterol telur (mg/100g)	207,20 <sup>A</sup>	175,40 <sup>B</sup>	143,40 <sup>C</sup>	117,80 <sup>D</sup>	3,73

Keterangan: superskrip huruf kapital yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda sangat nyata ( $P < 0,01$ ). RA=ransum menggunakan 0% produk campuran onggok dan ampas tahu fermentasi (OATF), RB=ransum menggunakan 10% OATF, RC=ransum menggunakan 20% OATF, RD=ransum menggunakan 30% OATF. SE=standard error.

Produksi *hen day* yang tinggi pada perlakuan 30% OATF berkaitan dengan kandungan asam amino yang dihasilkan oleh *N. crassa* (Tabel 3). Kapang *N. crassa* dapat menghasilkan asam amino metionina dan arginina (Marathe *et al.*, 1998).

### Bobot Telur Ayam

Pemberian OATF sampai 30% dalam ransum ayam memperlihatkan bobot telur yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya, seiring dengan semakin meningkatnya konsumsi ransum dan konsumsi protein pada perlakuan tersebut. Konsumsi protein pada perlakuan kontrol (0 % OATF) adalah 18,07 g/ekor dan meningkat pada perlakuan D (30% OATF) menjadi 19,02 g/ekor. Menurut Keshavarz (2003), peningkatan atau penurunan konsumsi ransum terutama konsumsi protein akan mempengaruhi bobot telur yang dihasilkan.

Peningkatan bobot telur pada perlakuan dengan pemberian 30% OATF juga dipengaruhi oleh kandungan metionina dalam ransum dan konsumsi ransum yang semakin meningkat pada perlakuan 30% OATF sehingga konsumsi metionina juga meningkat. Metionina merupakan asam amino esensial kritis yang sangat berpengaruh terhadap bobot telur

(Keshavarz, 2003; Safaa *et al.*, 2008). Bobot telur yang diperoleh dengan penggunaan 30% OATF adalah 57,74 g/butir, hasil penelitian ini tidak jauh beda dengan yang diperoleh Leeson & Summers (2001) yaitu 59,30 g/butir dengan kandungan protein 16% dan konsumsi protein 18.20 g/ekor/hari.

### Massa Telur

Semakin banyak OATF (30% dalam ransum) diberikan, memperlihatkan peningkatan terhadap massa telur. Ini disebabkan produksi telur dan bobot telur juga meningkat pada perlakuan 30% OATF karena massa telur merupakan hasil kali produksi telur dan bobot telur. Massa telur yang diperoleh berkisar dari 39,61–48,40 g/ekor/hari, hasil ini tidak jauh beda dengan yang didapatkan Leeson & Summers (2001) mendapatkan produksi massa telur ayam umur 22-28 minggu sebanyak 45,03 g/ekor/hari.

### Konversi Ransum

Tabel 2 menunjukkan bahwa ayam yang mendapat ransum dengan kandungan OATF sampai level 30% lebih efisien dalam memanfaatkan ransum sehingga mampu memproduksi

Tabel 3. Kandungan asam amino onggok dan ampas tahu sebelum dan sesudah fermentasi dengan *N. crassa* (%)

Asam Amino	Onggok	Onggok + ampas tahu sebelum fermentasi	Onggok + ampas tahu sesudah fermentasi	
			(80% : 20%)	(60% : 40%)
Alanina	0,23	0,68	0,71	0,95
Arginina	0,40	0,90	1,11	1,20
Asparagina	0,35	1,00	1,35	1,65
Glisina	0,27	0,78	0,82	0,95
Glutamina	0,90	2,45	2,75	3,15
Histidina	0,13	0,31	0,34	0,40
Isoleusina	0,25	0,56	0,63	0,72
Leusina	0,34	1,03	1,17	1,25
Lisina	0,13	0,23	0,94	1,58
Metionina	0,04	0,10	0,21	0,37
Fenilalanina	0,36	0,69	0,71	0,75
Valina	0,54	0,75	0,80	0,92
Prolina	0,33	0,63	0,68	0,80
Treonina	0,43	0,50	0,57	0,70
Serina	0,38	0,65	0,69	0,75
Sisteina	0,04	0,12	0,15	0,20
Tirosina	0,17	0,43	0,50	0,62
Triptofan	0,02	0,05	0,09	0,13

telur dengan konversi ransum yang lebih rendah dari ransum kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa ayam semakin efisien dalam memanfaatkan ransum yang semakin banyak menggunakan OATF walaupun mengakibatkan semakin banyak pula terjadi pengurangan jagung dan konsentrat.

### Kolesterol Telur

Ditinjau dari segi kualitas telur maka terjadinya penurunan kandungan kolesterol kuning telur ayam ras pada perlakuan 10%, 20% dan 30% OATF dalam ransum seiring dengan peningkatan level penggunaan produk OATF dalam ransum. Perlakuan 30% OATF dalam ransum mampu menurunkan kandungan kolesterol telur ayam sebesar 43,14% dari 207,20 mg/100g menjadi 117,80 mg/100g. Hal ini disebabkan oleh semakin banyak

produk OATF yang digunakan dalam ransum maka kandungan  $\beta$  karoten ransum semakin meningkat, yaitu pada perlakuan 30% OATF terdapat kandungan  $\beta$  karoten ransum sebanyak 80,20 mg/kg. Peningkatan kandungan  $\beta$  karoten dalam ransum ini mengakibatkan jumlah  $\beta$  karoten yang dikonsumsi juga meningkat. Semakin banyak jumlah  $\beta$  karoten yang dikonsumsi, semakin menurun kandungan kolesterol pada telur. Ini disebabkan  $\beta$  karoten dapat menghambat kerja enzim HMG-KoA reduktase (hidroksimetil glutaryl-KoA) yang berperan dalam pembentukan mevalonat pada proses biosintesis kolesterol (Stocker, 1993).

### Warna Kuning Telur

Perlakuan 30% OATF dalam ransum sangat nyata ( $P < 0,01$ ) menghasilkan skor warna kuning telur lebih tinggi dibandingkan

perlakuan 20%, 10% dan 0% OATF dalam ransum. Tingginya skor warna kuning telur (kuning oranye) pada perlakuan 30% OATF dalam ransum dibandingkan perlakuan kontrol disebabkan kandungan  $\beta$  karoten yang tinggi pada perlakuan tersebut. Semakin tinggi penggunaan produk OATF dapat mengurangi penggunaan jagung dan konsentrat dalam ransum, maka kandungan  $\beta$  karoten semakin meningkat karena produk OATF mengandung  $\beta$  karoten yang tinggi yaitu 295,16 mg/kg, lebih tinggi dari pada  $\beta$  karoten jagung (33 mg/kg) dan konsentrat (25 mg/kg) sehingga intensitas warna kuning telur yang dihasilkan lebih tinggi (warna kuning oranye) pada perlakuan 30% OATF dalam ransum.

Menurut Hausman & Sandman (2000),  $\beta$  karoten merupakan senyawa golongan karotenoid yang tidak stabil karena mudah teroksidasi menjadi xantofil. Xantofil berfungsi untuk pewarnaan kuning telur. Xantofil tidak bisa disintesis oleh tubuh ayam, tetapi diperoleh dari ransum yang terdiri atas bahan pakan yang mengandung xantofil. Pakan ternak yang merupakan sumber xantofil adalah jagung dan hijauan. Unggas mengkonsumsi ransum yang mengandung karotenoid lebih tinggi akan menghasilkan telur dengan intensitas warna kuning telur yang lebih tinggi pula (Udedibie & Opara, 1998). Rataan warna kuning telur yang diperoleh dengan penggunaan 30% produk OATF dalam ransum adalah 10,60. Nilai ini berada dalam kisaran warna kuning telur yang disukai konsumen menurut Udedibie & Opara (1998) yaitu 9–12 dan lebih tinggi dari hasil penelitian Nuraini *et al.* (2005) yang mendapatkan warna kuning telur 9,88 dengan penggunaan produk ampas sagu dan eceng gondok fermentasi dengan *Trichoderma harzianum* dalam ransum ayam buras.

### KESIMPULAN

Peningkatan penggunaan produk OATF dalam ransum dapat meningkatkan penampilan produksi ayam petelur. Pemberian OATF sampai 30% dapat meningkatkan penampilan produksi dan kualitas telur ayam petelur.

### DAFTAR PUSTAKA

- Cedar, J., S. B. Hastings & L. Kohlmeier. 2000. Antioksidant from carrot in cardiovascular and cancer disease prevention. *The American J. of Clinical Nutrition* 82: 175 -180.
- Hausmann, A & G. Sandmann. 2000. A single five-step desaturase is involved in the carotenoid biosynthesis pathway to beta-carotene and torulene in *Neurospora crassa*. *J. Genet. Biol.* 30: 147-53.
- Hsieh, C. & F. C. Yang. 2003. Reusing soy residue for the solid-state fermentation of *Ganoderma lucidum*. *Bioresource Tech.* 80: 21-25.
- Keshavarz, K. 2003. Effects of reducing dietary protein, methionine, choline, folic acid, and vitamin B12 during the late stages of the egg production cycle on performance and eggshell quality. *Poult. Sci.* 82: 1407–1414.
- Leeson, S. & J. D. Summers. 2001. *Nutrition of the Chicken*. 4<sup>th</sup> Ed. University Books. Guelph, Ontario, Canada.
- Marathe, S., Y. G. Yu, G. E. Turner, C. Palmier & R. L. Weiss. 1998. Multiple forms of arginine and methionine from single locus in *Neurospora crassa*. *J. of Biol. Chem.* 273: 29776-29785.
- Murugesan, G. S., M. Sathishkumar, & K. Swarninathan. 2005. Supplementation of waste tea fungal biomass as a dietary ingredient for broiler chicken. *Bioresource Tech.* 96: 1743-1748.
- Nuraini, Y. Rizal, H. Abbas, Sabrina & E. Martinelly. 2005. Respon ayam buras terhadap ransum yang mengandung campuran ampas sagu dan eceng gondok yang difermentasi dengan *Trichoderma harzianum*. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan Jambi VIII*: 36-40.
- Nuraini. 2006. Potensi kapang *Neurospora crassa* dalam memproduksi pakan kaya  $\beta$  karoten dan pengaruhnya terhadap ayam pedaging dan petelur. Disertasi. Program Pasca Sarjana Universitas Andalas, Padang.
- Nuraini, Sabrina & S. A. Latif. 2007. Potensi *Neurospora crassa* dalam meningkatkan kualitas onggok menjadi pakan kaya  $\beta$  karoten. Laporan HB Tahap I Dikti. Lembaga Penelitian Universitas Andalas, Padang.
- Nurdin, H. 1994. Penarikan  $\beta$  karoten dari limbah minyak kelapa sawit dan efeknya terhadap penurunan kolesterol. Laporan Penelitian Hibah Bersaing DIKTI. Lembaga Penelitian Universitas Andalas, Padang.

- Steel, R. G. D. & J. H. Torrie.** 1980. Principles and Procedures of Statistics. A. Biometrical Approach. International Student End Mc Graw Hill. Kogakusha Limited, Tokyo.
- Stocker, R.** 1993. Natural antioxidants and atherosclerosis. Asia Pacific J. of Clinical Nutrition. 2: 15-20.
- Safaa, H. M., M. P. Serrano, D. G. Valencia, X. Arbe, E. Jiménez-Moreno, R. Lázaro & G. G. Mateos.** 2008. Effects of the levels of methionine, linoleic acid, and added fat in the diet on productive performance and egg quality of brown laying hens in the late phase of production. Poult. Sci. 87: 1595-602.
- Udedibie, A.B.I. & C.C. Opara.** 1998. Responses of growing broilers and laying hens to the dietary inclusion of leaf meal from *Alchornea cordifolia*. Animal Feed Sci. and Tech. 71: 157-164.